Revue suisse Zool.	Tome 92	Fasc. 4	p. 795-801	Genève, décembre 1985

Perte de poids des lombriciens durant leur conservation dans une solution de formaldehyde et équivalents énergétiques[1]

par

Gérard CUENDET*

Avec 2 tableaux

ABSTRACT

Loss in weight of earthworms preserved in a formaldehyde solution and earthworm energy equivalents. — Formalin, at a concentration of 4% formaldehyde, is frequently used as a preservative for earthworms. A loss in weight occurs during this kind of preservation. For quantitative studies of earthworm populations, it is therefore necessary to know this loss and its dynamics in view of correcting the weighted values established some time after sampling. This paper presents, as measured for 13 species after 7 and 30 days preservation, this loss in weight which generally ranges between 10% and 30% of the fresh weight.

Earthworm populations, the predominant part of the animal biomass in terrestrial ecosystems, are a principal food resource for numerous predators. Studying energy accumulation within these ecosystems requires a knowledge of the energy equivalents of earthworms. These values, determined by bomb calorimetry, range about 22 kJ g^{-1} dry weight without gut content.

1. INTRODUCTION

Les lombriciens, qui constituent la première biomasse animale des milieux terrestres en climat tempéré, sont l'objet de nombreuses études quantitatives visant à préciser leur importance dans les différents écosystèmes terrestres ou à estimer la part énergétique qu'ils représentent dans certaines chaînes trophiques.

---

[1] Poster présenté à l'assemblée annuelle de la SSZ à Genève les 1er et 2 mars 1985.

* Institut du Génie de l'Environnement, EPFL-Ecublens, CH-1015 Lausanne, Suisse.

Pour des raisons pratiques, il n'est pas toujours possible lors des prélèvements sur le terrain d'effectuer des mesures pondérales précises des vers de terre et celles-ci doivent être réalisées après un certain temps d'immersion dans un liquide conservateur, qui est généralement une solution aqueuse de 1% à 10% de formaldéhyde (BOUCHÉ 1978; EDWARDS & LOFTY 1977; SATCHELL 1971). L'immersion prolongée dans le formol provoque une perte progressive de poids des lombriciens ainsi conservés, vraisemblablement par perte d'eau et de liquide coelomique et par rejet de mucus, comme permet de le penser l'observation des vers de terre plongés dans une pareille solution. Par conséquent, il est nécessaire de connaître cette perte et sa dynamique lors d'études quantitatives. Des mesures de cette perte de poids ont été réalisées dans le cadre d'une étude quantitative des peuplements lombriciens d'une forêt anglaise (CUENDET 1984) et sont présentées ici accompagnées de certaines mesures complémentaires effectuées en Suisse.

Les vers de terre constituent une source de nourriture principale pour de nombreux prédateurs (BAETTIG 1980; CUENDET 1979; EVANS 1948; REYNOLDS 1977; RUDGE 1968; STOCKER & LÜPS 1984). L'établissement des bilans énergétiques des chaînes trophiques en question nécessite de connaître les équivalents énergétiques que représentent les lombriciens. Il n'existe que peu de déterminations de ces valeurs: celles de FRENCH *et al.* (1957) ne concernent que trois espèces et présentent l'inconvénient d'avoir été effectuées avec des tubes digestifs partiellement vidés, où la présence de matières minérales interfère de façon inconnue; par contre, celles de BOLTON & PHILLIPSON (1976) portant sur 8 espèces, sont plus précises et donnent des valeurs avec le tube digestif plein, d'autres avec le tube digestif vidé et des valeurs relatives au poids sec après soustraction du poids des cendres. La présente étude a utilisé les mêmes techniques que BOLTON & PHILLIPSON (1976) et vient confirmer leurs résultats, tout en apportant des données nouvelles sur trois autres espèces.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La majeure partie des vers de terre dont les poids ont été mesurés provient de la forêt anglaise de Wytham et appartient aux espèces suivantes: *Lumbricus terrestris* Linné, 1758, *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826), *Dendrobaena mammalis* (Savigny, 1826), *Aporrectodea caliginosa caliginosa* (Savigny, 1826), *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826), *Allolobophora rosea* (Savigny, 1826), *Allolobophora minuscula* (Rosa, 1905) (syn. *Allolobophora muldali* Omodeo, 1956), *Octolasion cyaneum* (Savigny, 1826). Les individus mesurés appartenant aux espèces *Aporrectodea nocturna* (Evans, 1946), *Aporrectodea longa* (Ude, 1885) et *Allolobophora icterica* (Savigny, 1826) proviennent de sols cultivés près d'Aubonne (canton de Vaud) en Suisse.

Les vers de terre ont été prélevés lors du tri manuel d'échantillons de sol ou, pour une partie des *L. terrestris,* en versant une solution à 0,1% de formaldéhyde dans les trous correspondant à ces échantillons (CUENDET (1984). La mesure de leur poids frais (tube digestif plein) a été effectuée après un rapide rinçage à l'eau et un bref séchage (une à deux secondes) sur du papier filtre. Par la suite, leur poids a été mesuré après une immersion de 7 jours, puis de 30 jours dans une solution aqueuse à 4% de formaldéhyde.

Pour les mesures des équivalents énergétiques, d'autres exemplaires de lombriciens ont été prélevés dans la forêt de Wytham à l'aide de formol 0,1% ou à la bêche. Excepté pour *A. minuscula* dont la petite taille rend difficile une vidange du tube digestif, ils ont été vidés de leur contenu digestif, soit à l'aide d'une seringue introduite dans l'anus et provocant la vidange par une entaille effectuée au niveau du gésier, soit par dissection dans les cas difficiles

(L. terrestris) en prenant soin d'éviter les pertes de tissus. Les poids secs, tube digestif vidé, ont été mesurés après séchage dans une étude à 100°C. Puis le matériel appartenant à chaque espèce a été moulu et homogénéisé dans un mortier en agate. La détermination des équivalents énergétiques a été réalisées dans la microbombe-calorimètre mise au point par PHILLIPSON (1964), en utilisant pour chaque espèce trois prises d'environ 30 mg. Le tube digestif d'*A. minuscula* n'ayant pas été vidé, le poids des cendres des échantillons de cette espèce a été mesuré après combustion dans la microbombe-calorimètre, en vue de déterminer l'équivalent énergétique d'un gramme de poids sec sans les cendres.

TABLEAU 1.

Perte de poids des lombriciens durant leur conservation dans une solution de formaldéhyde 4%.

	Nombre de mesures	Perte de poids en % du poids frais (écart type entre parenthèses) après 7 jours		après 30 jours	
L. terrestris ad + im $\geq$ 1'200 mg	41	8,5	(5,1)	9,5	(4,9)
L. terrestris + *L. rubellus* im 1'200 mg $\geq$ p. frais $\geq$ 250 mg	32	11,2	(5,1)	12,3	(4,9)
L. rubellus ad	13	13,0	(3,9)	14,1	(3,7)
L. castaneus ad	39	9,5	(6,0)	11,5	(6,2)
L. spp im $<$ 250 mg	63	11,3	(6,3)	12,8	(6,6)
D. mammalis ad + im	24	9,0	(7,9)	13,3	(11,6)
Ap. nocturna ad	59	18,8	(4,2)	19,9	(4,3)
Ap. longa ad	32	16,4	(2,9)	17,1	(2,8)
Ap. nocturna + *Ap. longa* im $\geq$ 1'000 mg	20	20,1	(4,6)	20,8	(4,5)
Ap. nocturna + *Ap. longa* im $<$ 1'000 mg	47	18,2	(4,1)	18,8	(4,1)
Ap. c. caliginosa ad	64	10,7	(3,9)	12,2	(3,9)
Ap. c. caliginosa im $\geq$ 100 mg	90	10,8	(4,9)	12,3	(5,2)
Ap. c. caliginosa im $<$ 100 mg	32	12,1	(5,9)	13,9	(5,8)
All, chlorotica ad	24	16,8	(6,5)	18,3	(5,7)
All. chlorotica im	11	17,0	(8,5)	18,6	(7,7)
All. icterica ad	20	31,4	(4,1)	34,1	(4,1)
All. rosea ad	39	22,8	(7,7)	24,8	(8,1)
All. rosea im $\geq$ 100 mg	19	20,0	(8,8)	21,7	(9,0)
All. rosea im $<$ 100 mg	27	21,2	(7,5)	23,0	(8,2)
All. minuscula ad	49	17,4	(9,4)	19,3	(9,3)
O. cyaneum ad + im	18	21,2	(8,3)	22,5	(7,6)

3. RÉSULTATS

Le tableau 1 présente les pertes de poids des lombriciens durant leur conservation dans une solution de formol 4% en pourcent du poids frais. L'analyse de ces résultats permet de constater les quatre points suivants.

1. Il n'y a apparemment pas de différence significative entre les pertes de poids que subissent les immatures et celles affectant les adultes, ce qui est en accord avec la remarque de SATCHELL (1971) concernant l'absence de relation entre la taille et la perte de poids pour *L. terrestris.*
2. Il existe de nettes différences entre les espèces, bien que les espèces systématiquement ou écologiquement proches puissent avoir un comportement similaire. Les trois espèces de *Lumbricus* présentent les pertes de poids les plus faibles, de l'ordre de 10% après 7 jours de conservation. Celles que subissent les deux espèces anéciques d'*Aporrectodea (A. nocturna* et *A. longa),* ainsi qu'*A. chlorotica,* sont comprises entre 16% et 20% après 7 jours. Enfin, les espèces qui rejettent beaucoup de mucus lors de leur immersion dans le formol, *A. icterica, A. rosea* et *O. cyaneum,* présentent des valeurs supérieures à 20%.
3. Les écarts types nettement plus élevés pour les petites espèces que pour les grandes mettent en évidence la relation inversement proportionnelle qui existe entre l'imprécision relative des mesures et la taille.

TABLEAU 2.

Poids secs et équivalents énergétiques des lombriciens.

	Nombre d'individus	$\frac{\text{Poids sec, tube digestif vidé}}{\text{Poids frais}} \cdot 100$ (écart type entre parenthèses) immatures	adultes	Equivalents énergétiques kJ g^{-1} poids sec, tube digestif vidé
L. terrestris	6 + 26	10,0 (0,4)	10,1 (1,2)	21,98
L. rubellus	36	-	9,6 (0,6)	22,04
L. castaneus	30	-	10,8 (1,7)	22,13
D. mammalis	26	-	6,7 (0,6)	23,10
Ap. c. caliginosa	10 + 22	11,8 (1,1)	12,0 (0,9)	22,09
All. chlorotica	31	-	12,7 (0,8)	22,27
All. rosea	19 + 15	14,2 (1,4)	12,1 (0,7)	22,20
O. cyaneum	9 + 4	6,7 (1,2)	7,9 (0,8)	22,06
		$\frac{\text{Poids sec, tube digestif plein}}{\text{Poids frais}} \cdot 100$		kJ g^{-1} poids sec, tube digestif plein
All. minuscula	26	-	13,7 (2,0)	19,11
		$\frac{\text{Poids sec sans les cendres}}{\text{Poids frais}} \cdot 100$		kJ g^{-1} poids sec sans les cendres
All. minuscula		-	10,9	24,09

4. La perte de poids varie avec le temps. Grande les premiers jours (Satchell 1971 a noté pour *L. terrestris* une perte de poids de 6,4% après 24 heures de conservation), elle semble suivre une courbe asymptotique et se stabiliser après quelques semaines.

Par ailleurs, des cocons de la plupart des espèces considérées ont aussi été pesés avant et après conservation dans le formol. Il n'a pas été observé de perte de poids significative.

Le tableau 2 présente les valeurs des équivalents énergétiques en kJ par gramme de poids sec, tube digestif vidé (excepté pour *A. minuscula*). Ces résultats concordent bien avec ceux de BOLTON & PHILLIPSON (1976) et montrent une nette uniformité des valeurs, qui n'est apparemment pas influencée par les différences entre catégories écologiques (BOUCHÉ 1977).

DISCUSSION

Vu les variations affectant les pertes de poids des vers de terre dans le formol 4%, ainsi que la relative lenteur de son effet léthal sur eux (quelques dizaines de secondes à plusieurs minutes selon la taille des individus), il est justifié de se poser la question de savoir si l'utilisation d'un pareil liquide est bien la méthode adéquate pour tuer et conserver les lombriciens.

L'utilisation d'eau chaude (60 °C environ), ainsi que celle d'alcool 30% à 70% représentent deux solutions plus rapides pour tuer les vers de terre. Cependant, la première, la plus élégante certainement, est dans bien des cas difficilement réalisable sur le terrain et il est préférable, lors d'études quantitatives, de fixer rapidement les vers prélevés, dont certains peuvent être coupés ou blessés par l'extraction mécanique. Quant à l'utilisation d'alcool, elle ne paraît pas éviter le rejet de mucus et présente le désavantage de fixer les lombriciens dans une attitude «post mortem», qui rend une ultérieure détermination plus difficile que celle d'individus tués et fixés dans le formol.

En ce qui concerne le choix d'un liquide conservateur, le formol présente l'avantage de conserver la pigmentation des vers de terre durant une période dépassant l'année, ce qui n'est pas le cas de l'alcool, dans lequel cette pigmentation disparaît rapidement, en même temps que les tissus prennent une consistance flasque, gênant la détermination.

Il ne paraît donc pas exister actuellement de meilleure alternative à l'utilisation du formol pour tuer et fixer les lombriciens lors d'études quantitatives sur le terrain. Dans le cas d'un lavage-tamisage des échantillons de sol (BOUCHÉ & BEUGNOT 1972), une pareille utilisation permet seule pour l'instant d'éviter la fragmentation et la décomposition des vers, donc des pertes d'information concernant les biomasses étudiées.

Il faut aussi considérer qu'avant toute immersion dans un liquide fixateur, le poids frais des lombriciens peut varier de façon non négligeable, premièrement, par rejet de mucus et de liquide coelomique (ce dernier par les pores dorsaux) lors de toute atteinte physique ou chimique qu'ils peuvent subir (extraction par bêchage ou épandage d'eau formolée, par exemple), deuxièmement, par évaporation d'eau à la surface du corps (pour ces deux premier points, voir PIEARCE 1981) et troisièmement, par expulsion d'une partie du contenu du tube digestif.

Par ailleurs, il faut noter que le soin avec lequel sont effectué les mesures pondérales est aussi un élément important, car il est nécessaire de sécher extérieurement les vers de terre sortis de leur liquide conservateur et lavés ou non à l'eau, tout en évitant une trop forte évaporation ou absorption d'eau par du papier buvard par exemple.

Ces dernières remarques permettent de conclure qu'il est illusoire de prétendre réaliser des mesures de biomasse lombricienne avec une très grande précision. Il est justifié de penser que l'imprécision en question ne doit pas être inférieure à 5% du poids mesure.

RÉSUMÉ

Une solution aqueuse à 4% de formaldéhyde est couramment utilisée pour conserver les vers de terre, dans certain cas sitôt après leur prélèvement sur le terrain, pour éviter une putréfaction qui peut être très rapide. L'immersion prolongée dans le formol provoque une perte progressive de poids des vers de terre ainsi conservés. Lors d'études quantitatives des peuplements lombriciens, il est par conséquent nécessaire de connaître cette perte et sa dynamique pour pouvoir corriger les mesures pondérales effectuées un certain temps après les prélèvements. Les valeurs de cette perte de poids ont été mesurées pour 13 espèces, après 7 et 30 jours de conservation; elles sont comprises généralement entre 10% et 30% du poids frais.

Les peuplements lombriciens constituent une source principale de nourriture pour de nombreux prédateurs. Pour effectuer des bilans énergétiques, il est ainsi nécessaire de connaître les équivalents énergétiques que représentent les tissus des vers de terre vidés de leur contenu digestif. Des mesures ont été réalisées sur 9 espèces par combustion dans une bombe calorimétrique et les valeurs ainsi obtenues sont de l'ordre de 22 kJ par gramme de poids sec sans contenu digestif.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier le Dr J. Phillipson et l'Animal Ecology Research Group, Department of Zoology, Oxford University, qui lui a permis de réaliser cette étude, ainsi que le Fonds national suisse de la recherche scientifique pour son appui financier.

BIBLIOGRAPHIE

BAETTIG, M. 1980. Contribution à la biologie et l'écologie du sanglier (*Sus scrofa* L.) dans le canton de Vaud. *Ed. Conservation de la faune et Section Protection de la nature et des sites du canton de Vaud,* 1-196.

BOLTON, P. J. & J. PHILLIPSON, 1976. Energy equivalents of earthworms, their egesta and a mineral soil. *Pedobiologia* 16: 443-450.

BOUCHÉ, M. B. 1978. Fonctions des lombriciens. I. Recherches françaises et résultats d'un programme forestier coopératif. *Bull. scient. Bourgogne* 30: 139-228.

— 1977. Stratégies lombriciennes. *In*: Soil organisms as components of ecosystems. *Ecol. Bull. (Stockholm)* 25: 122-132.

BOUCHÉ, M. B. & M. BEUGNOT. 1972. Contribution à l'approche méthologique de l'étude des biocénoses. II. L'extraction des macroéléments du sol par lavage-tamisage. *Annls zool., écol. anim.* 4: 537-544.

CUENDET, 1979. Etude du comportement alimentaire de la Mouette rieuse (*Larus ridibundus* L.) et de son influence sur les peuplements lombriciens. Thèse de doctorat. *Ed. Conservation de la faune et Section Protection de la nature et des sites du canton de Vaud,* 1-111.

— 1984. A comparative study of the earthworm population of four different woodland types in Wytham woods, Oxford. *Pedobiologia* 26: 421-439.

EDWARDS, C. A. & J. R. LOFTY. 1977. Biology of earthworms. *Ed. Chapman & Hall, London,* 1-333.

EVANS, A. C. 1948. The identity of earthworms stored by moles. *Proc. zool. Soc. Lon.* 118: 356-359.

FRENCH, C. E., S. A. LISKINSKY & D. R. MILLER. 1957. Nutrient composition of earthworms. *J. Wildl. Mgmt.* 21: 348.

PHILLIPSON, J. 1964. A miniature bomb calorimeter for small biological samples. *Oikos* 15: 130-139.

PIEARCE, T. G. 1981. Losses of surface fluids from lumbricid earthworms. *Pedobiologia* 21: 417-426.

REYNOLDS, J. W. 1977. Earthworms utilized by the American woodcock. *Proc. Woodcock Symp.* 6: 161-169.

RUDGE, M. R. 1968. The food of the Common Shrew *Sorex araneus* L. (Insectivora Soricidae) in Britain. *J. Anim. Ecol.* 37: 565-581.

SATCHELL, J. E. 1971. Earthworms. *In*: PHILLIPSON, J. Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow. *Blackwell, Oxford,* 107-127.

STOCKER, G. & P. LÜPS. 1984. Qualitative und quantitative Angaben zur Nahrungswahl des Dachses *Meles meles* im Schweizerischen Mittelland. *Revue suisse Zool.* 91: 1007-1015.